



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11111610 A**(43) Date of publication of application: **23.04.99**

(51) Int. Cl. **H01L 21/027**
G03F 7/207
G03F 7/22

(21) Application number: **09284675**(71) Applicant: **CANON INC**(22) Date of filing: **01.10.97**

(72) Inventor: **HAGINIWA KUNIYASU**
YAMADA YUICHI

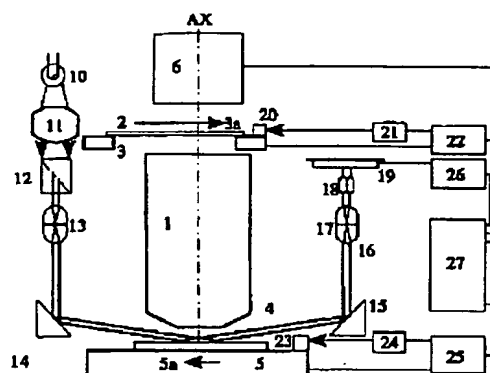
(54) **ALIGNING METHOD AND EQUIPMENT THEREOF**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform highly accurate correction by aligning the surface of a wafer with an image plane at an exposure position by continuously detecting the height and the inclination quantity of a leveling station in synchronism with the detection of the feature quantity of the surface conditions of the wafer, statistically calculating the results and processing the continuously obtained feature quantities and the results of the statistical calculation.

SOLUTION: The alignment of an Z-axis direction with the rotation of an axis which is parallel to both X and Y-axes, namely, alignment with an image plane, is performed by a wafer position control system 25, which controls the leveling stage in a wafer stage, based on the detection results of a planar position detecting system 26 which detects the height data of a wafer 4. The planar position detecting system 26 detects a scan direction, an inclination of a direction vertical to the scan direction and a height in the Z-axis direction, based on the height data at three points of spot light for measuring the height of the wafer which is arranged close to a slit in the scan direction, and a correction quantity at an exposure position to an optimum image planar position is calculated and driven from the detected value.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 8

G 0 3 F 7/207

G 0 3 F 7/207

H

7/22

7/22

H

H 0 1 L 21/30

5 1 6 B

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-284675

(22) 出願日

平成9年(1997)10月1日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 萩庭 邦保

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者 山田 雄一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

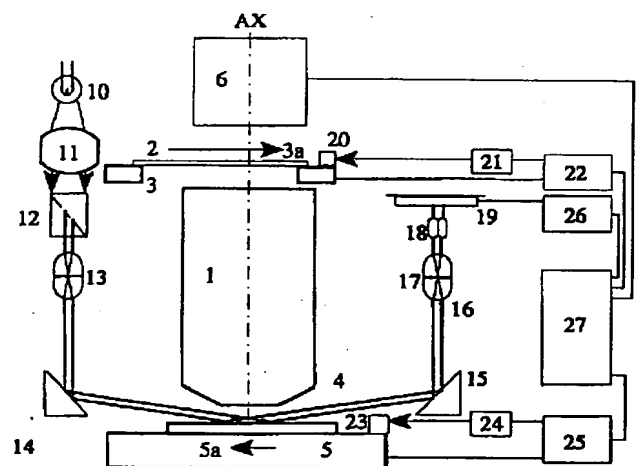
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 位置決め方法及び位置決め装置

(57) 【要約】

【課題】 Z及びレベリングの駆動を装置が行なっている時の面計測値を用いても、正確なZ及びレベリングの補正量を算出できる方法及び該方法を用いた位置決め装置を提供すること。

【解決手段】 駆動手段上に固定された物体の位置を、該駆動手段の駆動方向と垂直な方向に走査しながら該物体の前記駆動方向である高さ方向の位置を面位置検出手段により検出し、該物体を該駆動手段により所定の位置で逐次所定の高さになるよう位置決め補正駆動を行なう位置決め方法において、前記面位置検出手段の該物体の高さ方向の位置の検出と同期して、該駆動手段の駆動状態をモニターし、検出された前記高さ方向の位置と前記モニター結果に基づき前記補正駆動の量を決定する位置決め方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動手段上に固定された物体の位置を、該駆動手段の駆動方向と垂直な方向に走査しながら該物体の前記駆動方向である高さ方向の位置を面位置検出手段により検出し、該物体を該駆動手段により所定の位置で逐次所定の高さになるよう位置決め補正駆動を行なう位置決め方法において、前記面位置検出手段の該物体の高さ方向の位置の検出と同期して、該駆動手段の駆動状態をモニターし、検出された前記高さ方向の位置と前記モニター結果に基づき前記補正駆動の量を決定することを特徴とする位置決め方法。

【請求項2】 前記面位置検出手段の検出位置が前記スキャン方向において前記所定の位置より前方に配置されていることを特徴とする請求項1記載の位置決め方法。

【請求項3】 前記面位置検出手段の検出点が複数個であることを特徴とする請求項2記載の位置決め方法。

【請求項4】 前記位置決め補正駆動が該物体の高さとともに、該物体の傾きも補正することを特徴とする請求項3記載の位置決め方法。

【請求項5】 前記補正駆動量が前記モニター結果の統計計算により行なわれることを特徴とする請求項4記載の位置決め方法。

【請求項6】 前記統計計算が前記補正駆動量の多重サンプル平均により行なわれることを特徴とする請求項5記載の位置決め方法。

【請求項7】 前記統計計算が前記補正駆動量の平均値により行なわれることを特徴とする請求項5記載の位置決め方法。

【請求項8】 前記統計計算が前記補正駆動量の制御データの平均により行なわれることを特徴とする請求項5記載の位置決め方法。

【請求項9】 前記走査を行なうに当たり、該物体と前記面位置検出手段が該物体面上に形成する計測ポイントとの計測適合性をチェックする段階を設けたことを特徴とする請求項1記載の位置決め方法。

【請求項10】 前記計測適合性をチェックする段階において該物体のプリスキャンを行ない、該プリスキャンによって得られたデータに対して近似曲線を求め、該近似曲線からの前記データの偏差量が所定の値を越えた場合、該データを与えた計測ポイントを不適合点として計測対象から除去することを特徴とする請求項9記載の位置決め方法。

【請求項11】 請求項1～10までのいずれか1項記載の位置決め方法を適用した位置決め装置。

【請求項12】 請求項11記載の位置決め装置を搭載した露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体露光装置等、高精度に対象物体の高さ及び面位置を検出を行なう必要

のある装置における位置決め方法及び位置決め装置に関するもので、特にスリット・スキャン方式の露光装置において必要とされる連続的なウエハー表面位置及び傾き検出を精度良く行なう際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 最近のメモリーチップの大きさは露光装置の解像線幅の向上やセルサイズとメモリー要領の拡大トレンドを反映して徐々に拡大の傾向を示している。例えば256MDRAMの第1世代のチップサイズは14×25mm程度といわれている。このチップサイズを現在クリティカルレイヤー用の露光装置として用いられている縮小投影露光装置（ステッパー）の露光域の直径31mmにあてはめると1回当たり1チップの露光しかできず、効率が悪い。このため露光装置にはより大きな面積を露光可能とすることが求められている。

【0003】 従来の大画面の露光装置には高スループットが要求されるラフレイヤー用の半導体素子製造用の露光装置や、モニター等の大画面液晶表示素子製造用の露光装置がある。後者の大画面液晶表示素子製造用の露光装置はいわゆるマスキューエハーの相対走査によるスリット・スキャン型の露光装置である。これは反射投影光学系を用いた露光装置で、マスク上のパターンは同心の反射ミラー光学系でウエハー上に結像される。照明には円弧スリット状の照明光が用いられ、該スリットに対してマスクが直線スキャンされて、画面全体の一括露光が行なわれる。

【0004】 露光動作においては感光剤であるフォトリジスト等が塗布されたウエハーあるいはガラスプレート基板をマスク像に対して焦点合わせする必要がある。上記の露光装置では、露光対象となる面を投影光学系の最良結像面に逐次合わせこむため、高さと傾きを検出する面位置計測とオートフォーカス・オートレベリングの補正駆動をスキャン露光時も連続的に行なっている。高さや傾きを検出する面位置検出手段としては光学的なセンサーを用いる方法、例えば斜入射光学系で光束を斜め上方より感光基板であるウエハー表面上に投影し、該基板からの反射光をセンサに導いて該センサ上の位置ずれから検出を行なう方法や、エアーマイクロセンサーや静電容量センサーなどのギャップセンサーを用いる方法などがある。これらのセンサーを用いてスキャン中の基板の複数の高さや傾きを測定し、該測定値から測定領域が露光スリットを通過する時の高さ及び傾きの補正駆動量を算出し、補正を行なっていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら回路パターンの微細化に対応して縮小投影系が高NA化されるに従い、回路パターンの転写工程におけるフォーカスの許容深度はますます小さくなっている。現在、ラフ工程に使用されている露光装置では許容深度が5μm以上確保されているため、スキャン露光中に連続計測される計測

値に含まれる計測誤差やチップ内の段差は無視できているが、256MDRAM対応を考慮した場合、許容深度は1 μ m以下になる。従って現在使用されているスリット・スキャン型の露光装置のコンセプトをそのまま256M用に転用し、投影光学系のみを改良するだけだと前述の計測誤差やチップ内の段差が無視できない量となる。

【0006】スキャン時の計測誤差の発生を説明する例としては特開平6-260391号公報をあげることができる。ここでは露光領域に先立つ計測位置においてウエハー表面と像面の高さ・傾きの差 z 、及びその時のステージの高さ・傾きを検出する。そして検出した領域が露光領域に達した時、該領域の高さを検出時のステージの高さに前記差 z を加えた値に設定する制御方法が特徴となっている。制御量を求める際にはフォーカスの計測値に対してはウエハー表面の凹凸の影響を緩和するため平均値処理が行なわれるが、ステージの位置に関しては蓄積時間の概念がないため、即値が用いられている。

【0007】ここで例えば周辺で2 μ mの補正量があり、それを50msecの時間で補正する場合を考える。50msecで2 μ mを駆動する最中でも高さ・傾き測定は行なわれている。仮に蓄積時間を5msecとし、補正駆動のパターンを1次としたとき、蓄積時間中の z 軸方向への移動量は0.2 μ mとなる。このように駆動している最中の計測には蓄積時間の誤差がのり、即値の制御に対し最大0.2 μ m程度の補正誤差が発生してしまうという問題がある。

【0008】従来のステッパーの露光シーケンスは、露光位置でのフォーカス(高さ・傾き)補正終了後露光が開始されるため、直列的に処理が移行していく。このため、露光はフォーカス計測及び駆動の終了後の静止状態で行なえばよかった。しかしながらスリット・スキャン方式の露光シーケンスはフォーカスの計測中も露光を行なう並列処理であるため、フォーカスの計測駆動と露光という2つの処理を同時に精度良く行なわねばならない。その時に注意が必要なのがフォーカスの計測位置と露光位置との位置的、時間的なずれと、フォーカス計測時におけるレベリングステージの高さ方向の位置である。

【0009】スリット・スキャン方式ではスキャンしながらフォーカスの計測と補正駆動及び露光を同時に行なうため、面位置検出手段によるフォーカス計測位置を露光位置よりスキャン方向に対し前方にもって来必要がある。これはフォーカス計測を行なった位置が露光スリットの位置に到着する前に、フォーカスの補正駆動を終了させる必要があるからである。

【0010】ここで問題となるのはフォーカス計測に蓄積型のセンサーを用いると計測データが蓄積時間中の平均になってしまうことである。蓄積時間中も露光装置は露光のために常時レベリングステージを高さ方向に上下

させており、フォーカス計測時のレベリングステージの高さ及び傾き位置を単純に計測して補正するだけでは、精度の良いウエハーの高さ及び傾き補正を実現することができなかった。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は前記従来の問題点に鑑みてなされたもので、特にスリット・スキャン露光方式においてスキャンしながら行なわれるフォーカス計測時のレベリングステージの高さ及び傾き位置の高精度な位置決め方法、及び該位置決め方法を用いた位置決め装置を提供することを目的としている。

【0012】このため本発明ではスキャン露光で面位置検出手段の計測位置においてフォーカス計測を行なう時、レベリングステージの高さ及び傾き検出と、相対走査により連続的にウエハーの面位置の検出を行い、該検出値の処理をウエハーの面位置を相対走査しながら連続的に表面状態の特徴量を検出する段階と、ウエハーの表面状態の特徴量の検出に同期して連続的にレベリングステージの高さ及び傾き量を検出する段階と、前記レベリングステージの高さ及び傾き量を統計計算する段階と、前記連続的に得られた特徴量と統計計算の結果を処理して、ウエハー表面を露光位置の像面に合わせる段階とを有することを特徴としている。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施例1で、本発明の位置決め方法を用いたスリット・スキャン方式の投影露光装置の主要部の概略図である。同図において1は光軸がAXで示されている縮小投影レンズで、その像面はZ方向と垂直な関係にある。2はレチクルでレチクルステージ3上に保持されている。レチクル2上のパターンは縮小投影レンズ1の倍率に従って1/4ないし1/2に縮小投影される。4は表面にレジストが塗布されたウエハーで、該ウエハー上には先の露光工程で多数個の被露光領域(ショット)の配列が形成されている。

【0014】5はウエハーを載置するステージである。ウエハーステージはウエハー4をステージ5に吸着・固定するチャック、X軸方向とY軸方向それぞれに水平移動可能なXYステージ、縮小投影レンズ1の光軸方向のZ軸方向への移動やX軸、Y軸方向に水平な軸の回りに回転可能なレベリングステージ、Z軸回りに回転可能な回転ステージ等の駆動機構により構成され、レチクルパターン像をウエハー上の被露光領域に合致させるための6軸補正系を構成している。

【0015】10から19はウエハー4の表面位置及び傾きを検出するフォーカス検出系の各要素である。図中10は光源で、白色ランプや、相異なる複数のピーク波長を持つ高輝度発光ダイオードからの光を照射するように構成された光照射手段である照明ユニットよりなっている。11は光源10からの光束を断面の強度分布がほぼ均一な平行光束として射出させるコリメータレンズ、

12はウエハー上に投射するスリット状の光を生成するプリズム形状のスリット部材である。図1では一対のプリズムを互いの斜面を相対するように貼り合わせて作成し、該貼り合わせ面に複数個の開口がクロム等の遮光膜へのパターニングによって設けられる。ここでは説明のためクロム上に6個のピンホールが形成されているものとする。

【0016】13は両テレセントリックのレンズ系で、スリット部材12の6つのピンホールを通過した互いに独立な6つの光束を、ミラー14を介してウエハー4面上の6つの測定点に導光している。図1では2光束のみが示されているが、各光束は紙面の垂直方向に3つ重なって合計6光束となっている。この時、レンズ系13とピンホールの形成されているプリズムの斜面とウエハー4の表面を含む平面は光学的にシャインブルーフ (Schneimflug) の条件を満足するように設定される。

【0017】本実施例では光照射手段からの各光束のウエハー面4への入射角 ϕ が70度以上になるように設定される。入射角 ϕ はウエハー面に立てた垂線 (Z軸) と入射光線のなす角度である。ウエハー4の表面には先の露光工程で形成された複数個のパターン領域が整然と配列されている。

【0018】レンズ系13を通過した6つの光束は図2に示す様にウエハー上のパターン配列とは独立に、装置に対して固定された測定点に入射・結像する。また6つの測定点を互いに独立して観察するため、光照射手段からの光束をXY平面内で射影して見たときの入射方向はXY軸に対し斜めになっており、例えば入射角をX軸に対して θ とすれば $\theta = 22.5^\circ$ といった角度に設定される。以上の光照射手段の配置については本出願人が特願平3-157822号公報で提案しており、これにより各光学要素の空間的配置が最適となって高精度な面位置情報を検出することが可能となっている。

【0019】次に本実施例で用いたウエハー4からの反射光束の検出を行なう受光系である15から19について説明する。15の反射ミラーを介したウエハーからの6つの反射光は両テレセントリックな受光レンズ16に導かれる。受光レンズ16内のストッパー絞リ17は6つの光束に対して共通に設けられ、ウエハー4上に存在する回路パターンによって発生し検出の際のノイズ成分となる高次の回折光をカットする。両テレセントリック系で構成された受光レンズ16を通過した光束はその軸がお互いに平行で、6つの光束それぞれに対して設けられた個別の補正光学系群18の補正レンズにより光電変換手段群19の検出面に互いに同一の大きさのスポット光となって再結像する。光電変換手段群19は各々の測定点に対応して6個の1次元CCDラインセンサーにより構成されている。16から18の受光系側はウエハー面4上の各測定点と光電変換手段群19の検出面とが互

いに共役となるように倒れ補正を行なっているため、各測定点の局所的な傾きは検出面のピンホール像の位置に変化を与えず、各測定点でのZ方向の高さの変化に対応して検出面上でピンホールの像の位置が変化する。

【0020】光電変換手段群19を1次元ラインセンサーで構成することは従来の2次元センサーを用いた構成に比べ、次の3点で有利である。第1は光学系の配置上の利点で、18の補正光学系群の構成において6つの光電変換手段を分離して配置することが可能となったため、各光学部材や機械的なホルダーの配置の自由度が大幅に広がった。第2は検出の分解能である。検出分解能を向上させるにはミラー15から補正光学系群18までの光学倍率を大きくする必要があるが、光学系の配置の自由度が増し光路を分割して個別のセンサーに入射させる構成とできるため、部材をコンパクトにまとめ倍率を大きく設定することが可能となった。第3の利点は計測時間の短縮である。スリット・スキャン方式では露光中にフォーカスを連続的に計測することが不可欠となり、計測時間の短縮が大きな課題となる。従来の2次元CCDセンサーでは必要以上のデータを読み出す必要があったため時間がかかったが、1次元CCDセンサーは2次元CCDセンサーに比べ読み出し時間を1/10以下にすることが可能である。

【0021】以上が露光装置のフォーカス関係の部分の概略であるが、次いでスリット・スキャン方式の露光システムについて説明する。

【0022】図1に示したようにレチクル2はレチクルステージ3に吸着・固定された後、投影レンズの光軸AX (Z軸方向) と垂直な面内でRX方向 (X軸方向) に一定速度でスキャンされる。この時スキャン方向と垂直なRY方向 (Y軸方向) は常に目標座標位置にスキャンするように補正駆動される。レチクルステージのX方向及びY方向の位置情報は、レチクルステージに固定されたXYバーミラー20に対してレチクルステージ干渉計21から複数のレーザービームを照射し常時計測される。光源にはエキシマレーザー等のパルス光を発生する光源が使用されており、露光用照明光学系6が不図示のビーム整形光学系、オプティカルインテグレーター、コリメータ及びミラー等の部材で構成されて、遠紫外領域のパルス光を効率的に導光する。ビーム整形光学系は入射ビームの断面形状を所望の寸法、形状に整形し、オプティカルインテグレーターは光束の配光特性を均一にしてレチクル2を均一照度で照明する。露光照明光学系6内には不図示のマスキングブレードがあってチップサイズに対応した矩型の照明領域を設定し、該照明領域で部分照明されたレチクル2上のパターンが投影レンズ1を介してレジストが塗布されたウエハー4上に投影され、スキャンを行なって全体が露光される。

【0023】メイン制御部27はレチクル2の照明された矩型領域の部分の像がウエハー4の所定領域に形成さ

れるようスキャンに応じて全系をコントロールする役目をする。ウエハーに対してはXY面内の位置、即ちXY座標とZ軸に平行な軸の回りの回転 θ 、Z方向の位置、即ちZ座標とX、Y各軸に平行な軸の回りの回転 α 、 β についての制御が行なわれる。

【0024】レチクルとウエハーのXY面内での位置合わせはレチクル干渉計21とウエハー干渉計24の位置データと不図示のアライメント顕微鏡から得られるウエハーの位置データから制御データを算出し、レチクル位置制御系22及びウエハー位置制御系25をコントロールすることにより実現される。レチクルステージ3を矢印3a方向にスキャンする場合、ウエハーステージ5は矢印5aの方向に投影レンズの縮小倍率分だけ補正されたスピードでスキャンされる。レチクルステージ3のスキャンスピードは露光照明光学系6内の不図示のマスキングブレードのスキャン方向の幅と、ウエハー4の表面に塗布されたレジストの感度から決定され、スループットが有利となるように設定される。

【0025】一方、Z軸方向とX、Y各軸に平行な軸の回りの回転 α 、 β についての位置合わせ、即ち像面への位置合わせはウエハー4の高さのデータを検出する面位置検出系26での検出結果をもとに、ウエハーステージ内のレベリングステージの制御を行なうウエハー位置制御系25で行なう。面位置検出系26はスキャン方向においてスリット近傍に配置されたウエハーの高さ測定用スポット光3点による高さデータからスキャン方向とスキャン方向に垂直な方向の傾き及びZ軸方向の高さを検出し、該検出値から露光位置での最適像面位置への補正量が計算されて駆動が行なわれる。

【0026】図4は平均値法を用いた補正値の算出方法を説明したものである。同図でZ1は像面・ウエハー表面間の距離の算出値、Z2は測定時のウエハーの高さ保持位置から露光域での補正量が決定される様子を概念的に示したものである。図の計測開始時点では既に1つ前の計測ポイントのデータよりステージの高さ方向の補正が連続的に行なわれている。蓄積時間を t_0 とすると、蓄積を行なっている期間中ステージの高さは図の斜線部に示す様に高さ方向の計測と補正を独立に行なっている。本発明ではフォーカス検出系でフォーカス計測中のデータがウエハー表面の高さデータとステージの高さ補正の変化量を合わせて測定している点に着目し、補正制御量としてフォーカス検出系で得られた像面・ウエハー表面間の距離算出値Z1、及び計測中のステージ位置変化量を考慮した平均高さデータZ3のデータより露光域での補正量を求めることを特徴としている。

【0027】フォーカス検出位置が露光域のすぐ近くにある場合は前記差分データで補正を行えばよい。しかしながらスリット・スキャン露光のように検出位置と露光位置の間が離れている場合はステージの走査方向における傾斜量や露光スリット到達位置までのステージの高

さを換算し、該換算値と検出位置での計測データとの差分を考慮して補正を行なう必要があり、それが本発明の特徴となっている。

【0028】レベリングステージの高さの換算は統計計算によって行われ、計測値の多重サンプルの平均値、蓄積時間 t_0 前後のステージ位置の平均値、あるいは制御データの平均値を用いるなどの方法を代表的にあげることができる。

【0029】またここまでは高さ方向の補正について述べたが、傾斜方向の補正を行なう場合も同様で、計測蓄積期間中の傾斜方向の制御量がフォーカスの傾斜補正量の算出値のなかに加算されていることに着目して、差分値を管理すればよい。

【0030】図3は本発明におけるフォーカス計測とステージ高さ計測の同期制御について説明したものである。ウエハー位置制御系25におけるフォーカス制御部は計測開始ポイントの管理や計測データに基づいて計測した箇所が露光域に到達した時に補正すべき補正量の算出を行なう。CCDクロックドライバ部は面位置検出センサーとして使用されるCCDセンサーのクロック生成部で、フォーカス制御部の計測開始命令に従って蓄積サイクルをリフレッシュする。また同様にウエハー位置制御系25に含まれるZ及びTILT（レベリング）制御部はウエハーを吸着し、像面に対するZ及びTILTの補正駆動を行なう。Zおよびレベリングステージはフォーカス制御部の駆動命令に従って駆動を行なうとともに、CCD蓄積開始タイミングに従って蓄積中の平均位置を求めたり、Zやレベリングステージの現在値を即時に読み出すことが可能である。

【0031】ウエハー位置制御系25は以上の構成で、フォーカス制御部によりフォーカス検出位置でCCDクロックドライバに計測命令を発してフォーカスの検出波形を読み出すとともに、Z、TILT制御部からCCD蓄積時間に対応したZ及びレベリングステージ位置の平均高さを読み出す。

【0032】上記フォーカス計測値Z1と平均高さ計測値Z3という2つのデータに基づきフォーカスの補正量Z2を求めることにより、移動補正中のウエハー表面の高さを検出しているにもかかわらず、移動補正の変化量を除いた補正すべきウエハー表面と像面間の補正量が求められる。

【0033】図5は本発明を用いた補正シーケンスの例である。Step1でウエハーを搬入し、チャックに吸着固定した後、step2でチップサイズ、露光条件、装置条件等から予備的に計測位置の検討を行なうプリスキャン1の計測点、即ちプリスキャン2や露光時にショット内で用いるフォーカス計測の候補点を算出する。計測の候補点はサンプリング定理や補正系の応答時間の関係から必要十分な計測ポイント数を算出する。Step2の時点では、露光時に用いる計測ポイント数より多く

取ったほうが、後のstep 7で行なう計測ポイントの決定を行なう上で有利である。露光する対象が最初のパターンニング工程、即ち1stプリントの場合以外は、ここでウエハー全体のアライメント計測を行ない、位置決めを完了する。

【0034】Step 3ではウエハー内でチャックの影響を受けにくい中心付近のショットをサンプルショットSとしてプリスキャン1の計測対象に選択し、ショット中心でフォーカスの位置補正を行なう。Step 4ではstep 2で定めた計測候補点の選択に従ってサンプルショットS内での第1計測ポイントにウエハーを移動し、該計測ポイントにおいてフォーカス計測値 Z_{ij} ($j=1, 6$)を測定しメモリーに記憶するstep 5に移る。この測定を所定の第n計測ポイントまでstep 6として繰り返す。この繰り返し動作がプリスキャン1である。

【0035】このようにしてメモリーに格納された Z_{ij} の全計測値から演算処理を行なうのがstep 7である。Step 7では全計測値の挙動から近似曲線を求めた上で、各計測ポイントについて実際の計測値と求められた近似曲線との偏差を計算する計測の適合性の判定を行う。該偏差量が所定の値を越えた場合は、その計測ポイント P_{ij} が不適合であるとして、実際のスキャン露光時の計測ポイントから外す処置を行なう。所定量を越えるような異常値が発生するのはスクライブの様な特殊な所なので、実際の選択に当たっては補正サイクルがほぼ周期的になり、計測値の変化がなだらかな部分が採用されることになる。表面形状の凹凸が極端に悪い場合や、特殊な場合には計測点を選択できない場合がありうるが、各計測ポイントでの計測値全5点が全て有効となる必要はなく、スパンが充分取れば、最低2点あればTILTの量も算出可能である。

【0036】このようにしてウエハーパターンの性質が分かった段階で、step 7ではさらに補正駆動の応答スピードを考慮し、必要最小限且つ、計測ポイントに片寄りが生じないように露光時の計測ポイントの最終決定を行なう。

【0037】Step 8は最終決定された計測ポイントを用いてレジスト表面の凹凸などに起因する計測系のオフセットである面位置補正データ C_{ij} を測定するプリスキャン2を実施する。この時 P_{ij} として除去された計測ポイントの計測は行なわれない。

【0038】以上の処理により実際のウエハーをスキャン露光するための全てのパラメーター、即ち計測ポイントの選択と、各計測ポイントに対するオフセットが求まり、露光の準備が整う。

【0039】Step 9からstep 16のシーケンスは実際のウエハー露光の手順を示したものである。先ずstep 9で第1ショット($N=1$)、第1計測ポイント($i=1$)位置へウエハーステージの移動を開始し、

step 10で第1ショットの第1計測ポイントの位置まで移動を行なう。Step 11では第1ショットの第1計測ポイントの Z_{1j} ($j=1\sim 5$)を計測し、step 12の Z_{1j} 測定時のレベリングステージ位置の測定では、フォーカス計測用のセンサーの蓄積中にハードウェアもしくはソフトウェアにより蓄積中のタイミングを知り、蓄積時間中のレベリングステージの平均位置を求めることで、露光のための正確なレベリングステージ位置を決定することができる。

10 【0040】Step 13では P_{1j} 以外のデータから計測値 Z_{1j} と面位置補正データ C_{1j} より $Z_{1j}-C_{1j}$

を計算し、この値からZ軸方向の補正駆動値と最小自乗平面の計算からTILTの補正駆動値を算出する。これで第1ショットの第1計測ポイントでの駆動パラメーターが全て求められたため、step 14では第1ショットの第1計測ポイントを露光スリット位置へ移動し、最小自乗平面とレンズ像面のずれ及びTILT(レベリング)ステージの Z_{1j} 測定時の位置と、現在の露光位置との差分を補正してステージを光軸方向であるZ軸方向と傾き方向に補正駆動する。

【0041】以上で第1ショットの第1計測ポイントの処理が終了する。この操作はstep 15で第1ショットの第2計測ポイントで今度は Z_{2j} と C_{2j} を用いた制御に移行するというループに入る。第1ショットの第n計測ポイントまでの処理が終了すると、step 16で第2ショットへ移動するというループ処理に入る。そして全被露光ショットの露光が完了すると、step 17でウエハーが回収される。

30 【0042】実施例1では蓄積型のセンサーとして光学的な検出方式であるCCDセンサーの例を示したが、静電センサーやエアセンサー、あるいはフォトダイオードなど別のセンサーを用いて計測値の平均値を求めフォーカス計測値としている場合にも、本発明は同様に適用可能である。この場合にも平均値算出期間のZ及びレベリングステージ位置の平均高さをを用いて補正量を算出すれば、補正駆動中にフォーカスを計測しても、補正駆動の影響を除去して真のZ及びレベリングの補正量を算出することができる。

40 【0043】

【発明の効果】以上本発明によれば、Z及びレベリングの駆動を装置が行なっている時の面計測値を用いても、正確なZ及びレベリングの補正量を算出することができる。また本発明は高精度で高速なフォーカス、レベリング補正が可能であるため、スリット・スキャン型の露光装置にも好適で、結果的に256MDRAM以降のより集積度の高いチップに対して良好なパターン転写を高スループットで行なうことができる。従って、より微細なLSIチップを安定して作成することが可能となり、半導体生産の向上に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の面位置検出法を用いるスリット・スキャン方式の投影露光装置の露光系の概略図、

【図2】 ウエハーの面位置検出光学系による面位置検出での露光スリットと各測定点の位置関係を示す図、

【図3】 補正タイミングの同期を示す説明図、

【図4】 平均値算出方法を示す説明図、

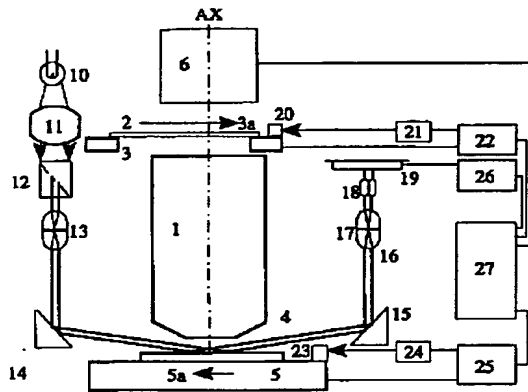
【図5】 本発明を用いた露光方式のフローチャート、

【符号の説明】

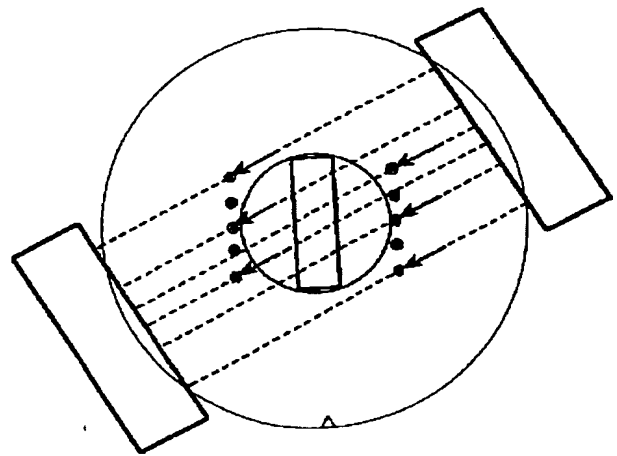
- 1 縮小投影レンズ、
- 2 レチクル、
- 3 レチクルステージ、
- 4 ウエハー、
- 5 ウエハーステージ、
- 6 露光照明光学系、
- 10 光源、

- 11 コリメータレンズ、
- 12 プリズム形状のスリット部材、
- 13 レンズ系、
- 14、15 折曲げミラー、
- 16 受光レンズ、
- 17 ストッパー絞り、
- 18 補正光学系群、
- 19 光電変換手段群、
- 20 レチクルステージ用XYバーミラー、
- 21 レチクルステージ干渉計、
- 22 レチクル位置制御系、
- 23 ウエハーステージ用バーミラー、
- 24 ウエハーステージ干渉計、
- 25 ウエハー位置制御系、
- 26 面位置検出系、
- 27 メイン制御部、

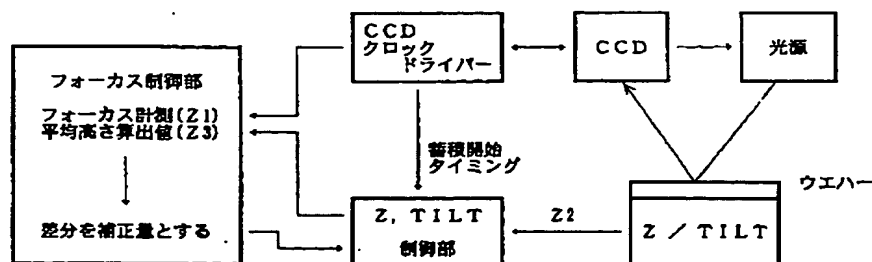
【図1】



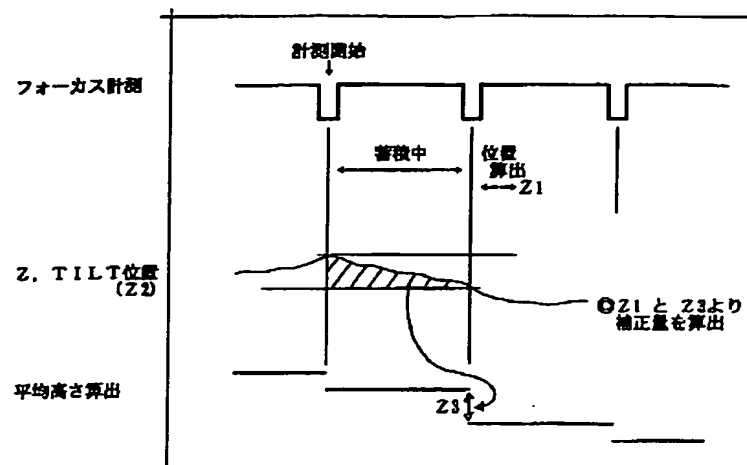
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

